



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3409300 C1

⑤① Int. Cl. 3:  
C03B 33/02  
B 24 B 9/10  
G 05 B 19/19

②① Aktenzeichen: P 34 09 300.1-45  
②② Anmeldetag: 14. 3. 84  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 12. 84

DE 3409300 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

VEGLA Vereinigte Glaswerke GmbH, 5100 Aachen,  
DE

⑦② Erfinder:

Reinmold, Heinz-Josef, Ing.(grad.); Mucha, Horst,  
5100 Aachen, DE

⑤⑥ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

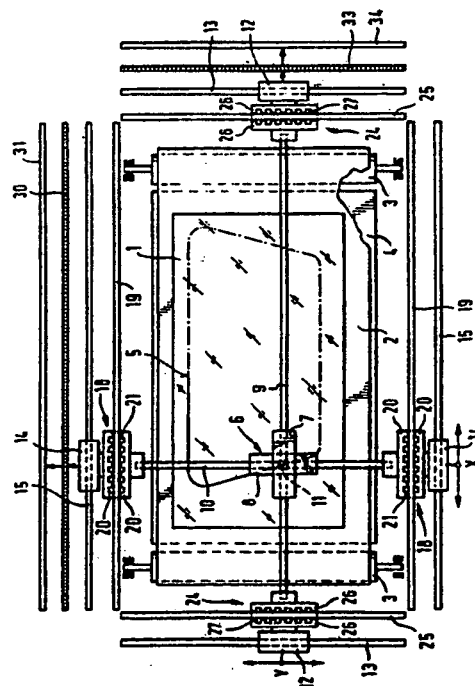
NICHTS-ERMITTELT

Behördeneigener Text

⑤④ Kreuzschlittenmaschine mit numerischer Bahnsteuerung für die Bearbeitung von Glasscheiben

Gegenstand der Erfindung ist eine Kreuzschlittenmaschine mit numerischer Bahnsteuerung für die Bearbeitung von Glasscheiben, bei der als Antriebssysteme für den Kreuzschlitten (6) positionierbare lineare Asynchronmotore (18, 19; 24, 25) verwendet werden, deren Regelung nach dem Impulsbreitenmodulationsverfahren erfolgt.

Die Regelschaltung für die Linearmotore (18, 19; 24, 25) weist eine Verstärker-Endstufe mit Leistungstransistoren oder Thyristoren auf, sowie eine parallel zu dem Induktor der Linearmotore geschaltete Begrenzungsschaltung für die durch das Takten bei der Impulsbreitenmodulation hervorgerufenen Induktionsspannungsspitzen.



DE 3409300 C1

## Patentansprüche:

1. Kreuzschlittenmaschine mit numerischer Bahnsteuerung für die Bearbeitung von Glasscheiben, insbesondere zum Schneiden oder zum Kantenschleifen von Glasscheiben, bei der die Antriebsmotore für die beiden Achsen jeweils von einer einen das Wegprogramm enthaltenden Datenspeicher, einen Mikrocomputer und einen Servoregler mit einem Geschwindigkeits-Istwert-Geber und einen Weg-Rückmelde-Geber umfassenden Regelschaltung angesteuert werden, dadurch gekennzeichnet, daß als Antriebssystem für den Kreuzschlitten (6) positionierbare lineare Asynchronmotore (18, 19; 24, 25) verwendet werden, deren Regelung nach dem Impulsbreitenmodulationsverfahren erfolgt.

2. Kreuzschlittenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktoren (18, 24) der Linearmotore als die beweglichen Teile mit dem Kreuzschlitten (6) verbunden, und die Sekundärelemente der Linearmotore als in der jeweiligen Achsrichtung festgelegte Metallschienen (19, 25) ausgebildet sind.

3. Kreuzschlittenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die den Kreuzschlitten (6) in den beiden Achsrichtungen verfahrenen Wellen (9, 10) übereinander angeordnet und auf jeweils seitlich des Arbeitstisches angeordneten Schienenpaaren (13, 15) über Lagerschlitten (12, 14) verschiebbar gelagert sind, und daß jede Welle (9, 10) mit zwei Induktoren (18, 24) versehen ist, die den Lagerschlitten (12, 14) benachbart angeordnet sind.

4. Kreuzschlittenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Induktor (18) aus zwei gegeneinander gerichteten Kernen (20, 26) besteht, zwischen denen die das jeweils feststehende Sekundärteil bildenden Metallschienen (19, 25) angeordnet sind.

5. Kreuzschlittenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die linearen Asynchronmotore Dreiphasen-Drehstrom-Motore sind.

6. Kreuzschlittenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die nach dem Impulsbreitenmodulationsverfahren arbeitende Regelschaltung einen Vierquadranten-Regler mit einem Leistungsverstärker mit einer Leistungstransistor-Verstärker-Endstufe (55) aufweist.

7. Kreuzschlittenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die nach dem Impulsbreitenmodulationsverfahren arbeitende Regelschaltung einen Vierquadranten-Regler mit einem Leistungsverstärker mit einer Thyristor-Endstufe mit löschbaren Thyristoren aufweist.

8. Kreuzschlittenmaschine nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungsverstärker eine parallel zu dem Induktor (18) geschaltete Begrenzungsschaltung für die durch das Takten bei der Impulsbreitenmodulation hervorgerufenen Induktionsspannungen aufweist.

9. Kreuzschlittenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktionsspannungs-Begrenzungsschaltung einen Schalttransistor (74), eine RC-Kombination (75, 76) und einen Lastwiderstand (77) umfaßt, wobei der Schalttransistor (74) von dem Impulsbreitenmodulator (52) über ein ODER-Glied (80), ein NICHT-Glied (81) und eine

galvanische Trennstufe (82) angesteuert wird.

10. Kreuzschlittenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Geschwindigkeits-Istwertgeber für jede Achse aus einem Linear-Potentiometer (31, 34) besteht, dessen abgegriffene Spannung durch ein elektronisches Differenzierglied (46, 47) differenziert wird.

11. Kreuzschlittenmaschine nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Geschwindigkeits-Istwertgeber für jede Achse aus einem linearen Impulsgeber mit einem nachgeschalteten Frequenz-Spannungs-Wandler besteht.

12. Kreuzschlittenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Weg-Rückmeldegeber (31, 33) aus einem Linear-Digital-Geber mit Vorwärts-Rückwärts-Erkennung besteht.

Die Erfindung betrifft eine Kreuzschlittenmaschine mit numerischer Bahnsteuerung für die Bearbeitung von Glasscheiben, insbesondere zum Schneiden oder zum Kantenschleifen von Glasscheiben, bei der die Antriebsmotore für die beiden Achsen jeweils von einer einen das Wegprogramm enthaltenden Datenspeicher, einen Mikrocomputer und einen Servoregler mit einer Geschwindigkeits-Istwert-Geber und einen Weg-Rückmelde-Geber umfassenden Regelschaltung angesteuert werden.

Bei den bekannten Kreuzschlittenmaschinen dieser Art werden als Antriebsmotore zum Positionieren des Werkzeugschlittens rotierende Elektromotore eingesetzt, und zwar in der Regel Gleichstrommotore, die mit Hilfe einer Regelschaltung mit dem genannten Aufbau geregelt werden. Die Rotationsbewegung dieser Motore wird mit Hilfe geeigneter Konstruktionselemente in die gewünschte Linearbewegung umgesetzt. Für die Umsetzung der Rotationsbewegung in die Linearbewegung werden die bekannten Antriebselemente wie Spindeltriebe oder Zahnstangenge triebe, oder, wie im Falle der in der DE-PS 26 46 062 beschriebenen Glasschneidemaschine, ein Zahnriemenantrieb benutzt.

Alle bekannten mechanischen Übertragungssysteme für die Umsetzung der Rotationsbewegung der Antriebsmotore in die Linearbewegungen des das Werkzeug tragenden Schlittens sind einem mehr oder weniger hohen Verschleiß unterworfen, worunter die Genauigkeit der Positionierung leidet. Darüber hinaus treten bei den erforderlichen hohen Werkzeuggeschwindigkeiten von bis zu 60 m/min und mehr und den damit verbundenen Beschleunigungskräften erhebliche mechanische Belastungen in den Übertragungssystemen auf, die sich ebenfalls nachteilig auf die Genauigkeit und auf die Lebensdauer der Getriebe auswirken.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen positionierbaren Antrieb für eine Kreuzschlittenmaschine der eingangs genannten Art zu schaffen, dessen mechanische Teile keinem Verschleiß unterworfen sind, so daß stets eine gleichbleibend hohe Positionsgenauigkeit gegeben ist, und der ferner mit hoher Genauigkeit und hoher Geschwindigkeit positionierbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß als Antriebssystem für den Kreuzschlitten positionierbare lineare Asynchronmotore verwendet werden, deren Regelung nach dem Impulsbreitenmodulations-

verfahren erfolgt.

Der Einsatz von Linearmotoren als Antriebssysteme für Vorrichtungen zum Schneiden von Glasplatten ist als solcher zwar bekannt (DE-AS 21 44 947, DE-PS 25 31 480), doch dienen diese bekannten Linearmotorantriebe nur zum Anbringen eines geraden Schnitts quer über ein Glasband, ohne daß die Position des von dem Linearmotor angetriebenen Schlittens regelbar ist. Infolgedessen sind bei diesen bekannten Vorrichtungen auch keine Regelungsverfahren für die Linearmotore vorgesehen.

Gemäß der Erfindung wird vorgeschlagen, solche an sich bekannte Linearmotorantriebssysteme als positionierbare Antriebe für den Kreuzschlitten einer Glasbearbeitungsmaschine einzusetzen und die Positionsregelung der Linearmotore mit Hilfe des Impulsbreitenmodulationsverfahrens vorzunehmen.

Für die Regelung von Asynchronmotoren wird beim Stand der Technik in der Regel die Phasenanschnittsteuerung verwendet. Es hat sich jedoch gezeigt, daß die Positionsregelung mit Hilfe eines nach dem Phasenanschnittverfahren arbeitenden Regelverstärkers nicht mit der gewünschten Genauigkeit möglich ist. Die Präzision der Positionierung ist nämlich grundsätzlich dadurch begrenzt, daß das Phasenanschnittverfahren an die Netzfrequenz gebunden ist und dadurch eine verhältnismäßig lange Regelzeit aufweist. Außerdem folgen bei einer Netzfrequenz von 50 Hz in den unteren Geschwindigkeitsbereichen die einzelnen Stromimpulse in zeitlichen Abständen mit verhältnismäßig großen Zeitpausen, so daß infolgedessen keine ruhige und ruckfreie Bewegung des Linearmotors erreicht wird.

Diese Nachteile werden bei Anwendung des Impulsbreitenmodulationsverfahrens, das sich mit Hilfe handelsüblicher Schaltungen beispielsweise mit einer Taktfrequenz von 1 kHz durchführen läßt, sicher vermieden. Das erfindungsgemäße Antriebssystem ist infolgedessen in der Lage, die Positionierung mit einer hohen Präzision, sowie mit den erforderlichen Schubkräften und Bewegungsgeschwindigkeiten des Werkzeugschlittens durchzuführen.

In zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung ist der nach dem Impulsbreitenmodulationsverfahren arbeitende Regler mit einer Leistungstransistor-Endstufe versehen.

Um die durch das ständige Takten bei dem Impulsbreitenmodulationsverfahren in den Wicklungen der Linearmotore hervorgerufenen Induktionsspannungen zu begrenzen, ist gemäß einer besonders zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung der Regelverstärker mit einer parallel zu dem Induktor geschalteten Begrenzungsschaltung für die Induktionsspannungen ausgerüstet. Vorzugsweise umfaßt diese Begrenzungsschaltung einen von dem Impulsbreitenmodulator angesteuerten Schalttransistor, der leitend wird, wenn die Phasenschalttransistoren sperren, eine RC-Kombination und einen Lastwiderstand.

Weitere Merkmale und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen. Von den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer programmgesteuerten Glasschneidemaschine;

Fig. 2 das Blockschaltbild der Regelschaltung für die Linearmotoren, dargestellt für eine Achse, und

Fig. 3 die Leistungs-Endstufe des Regelverstärkers für eine Achse, einschließlich einer Unterdrückungs-

schaltung für die bei der Impulsbreitenmodulation hervorgerufenen Induktionsspannungen.

Der mechanische Aufbau und die wichtigsten Teile für den Antrieb und die Positionierung des Bearbeitungswerkzeugs sind in Fig. 1 in schematischer Form dargestellt, und zwar anhand einer Modellschneidmaschine für Glasscheiben. Die Maschine ist zweckmäßigerweise in eine Produktionslinie integriert, und die Glasscheibe 1 wird von einem nicht dargestellten Horizontalförderer durch das endlose Förderband 2 übernommen, das von den Walzen 3 angetrieben und im Betrieb zwischen den Walzen 3 von einer ebenen Platte 4 unterstützt wird. Auf diesem Förderband 2 ruhend wird die Glasscheibe 1 in der Maschine mit Hilfe bekannter nicht dargestellter Mittel positioniert.

Das Schneidwerkzeug 11, mit dem auf der Glasscheibe 1 die Schneidspur 5 entsprechend dem gespeicherten Programm gezogen wird, ist in dem Kreuzschlitten 6 angeordnet. Der Kreuzschlitten 6 besteht aus den beiden übereinander angeordneten und miteinander verbundenen Gehäusen 7 und 8. Das Gehäuse 7 ist über Kugellaufbuchsen auf der Welle 9 in Richtung des Doppelpfeils X verschiebbar gelagert. Das Gehäuse 8 ist über Kugellaufbuchsen auf der Welle 10 in Richtung des Doppelpfeils Y verschiebbar gelagert.

Die Welle 9, entlang der der Kreuzschlitten 6 in X-Richtung verfährt und mit der gleichzeitig der Kreuzschlitten 6 in Y-Richtung positioniert wird, ist an den Enden in Schlitten 12 gelagert, die über Kugellaufbuchsen entlang den Schienen 13 gleiten. Die Welle 10, entlang der der Kreuzschlitten 6 in Y-Richtung fährt und die gleichzeitig den Kreuzschlitten 6 in X-Richtung positioniert, ist an ihren Enden in Schlitten 14 gelagert. Die Schlitten 14 gleiten über Kugellaufbuchsen entlang den Schienen 15.

Die Positionierung der Welle 10, und damit des Kreuzschlittens 6 in der X-Richtung, erfolgt mit Hilfe der beiden Induktoren 18, die jeweils neben dem Schlitten 14 angeordnet sind. Diese Induktoren 18 bilden jeweils das Primärelement eines Drehstrom-Linearmotors, dessen Sekundärelement jeweils eine fest angeordnete Schiene 19 aus elektrisch gut leitendem Metall wie Kupfer besteht. Jeder Induktor 18 besteht aus zwei gegeneinander gerichteten Kämmen oder Kernen 20, in deren Nuten 21 die Motorwicklungen angeordnet sind.

In analoger Weise erfolgt die Positionierung der Welle 9, und damit des Kreuzschlittens 6 in der Y-Richtung mit Hilfe der beiden Induktoren 24, die jeweils neben dem Schlitten 12 angeordnet und mit der Welle 9 verbunden sind. Die Induktoren 24 bilden jeweils das Primärelement eines Drehstrom-Linearmotors, dessen Sekundärelement jeweils eine fest angeordnete Schiene 25 ist, die aus elektrisch gut leitendem Metall wie Kupfer besteht. Jeder Induktor 24 besteht wiederum aus zwei gegeneinander gerichteten Kämmen oder Kernen 26, in deren Nuten 27 die Motorwicklungen angeordnet sind.

Zum Positionierungssystem gehören ferner für die Positionierung in der X-Achse ein entlang der Fahrstrecke angeordneter Digitalgeber 30 als Positions-Istwertgeber und ein parallel hierzu angeordnetes Linearpotentiometer 31, mit dessen Hilfe der Geschwindigkeits-Istwert ermittelt wird. Analog hierzu sind für die automatische Positionierung in der Y-Achse ein linearer Digitalgeber 33 als Positions-Istwertgeber, und ein Linearpotentiometer 34 für die Ermittlung des Geschwindigkeits-Istwertes entlang der Fahrstrecke angeordnet. Ihre Funktion wird im Zusammenhang mit der Beschreibung des Positioniersystems näher erläutert.

Im folgenden wird anhand der Fig. 2 das Positioniersystem für eine Achse beschrieben; das Positioniersystem für die andere Achse ist identisch aufgebaut.

Das Wegprogramm ist auf einem Magnetband 36 gespeichert und wird von dem Kassettenlaufwerk 37 in den Arbeitsspeicher des Mikrocomputers 38 eingegeben. Vom Mikrocomputer 38 gelangen die Wegsignale als Sollwerte in den Vorwärts-Rückwärts-Differenzzähler 40, der außerdem über die Leitung 41 von dem Positions-Digitalgeber 30 die Istwert-Wegimpulse erhält, und zwar in Form von um  $90^\circ$  phasenverschobenen Rechteckimpulsen zur Erkennung der Vorwärts- und der Rückwärts-Bewegung. Der Zähler 40 bildet aus den über die Leitung 39 kommenden Sollwertsignalen und den über die Leitung 41 kommenden Istwert-Signalen die Differenz, die von dem nachgeschalteten Digital-Analog-Wandler 42 in eine analoge Sollwertspannung umgesetzt wird.

Die so aufbereitete Sollwertspannung wird über die Leitung 43 dem Servoregler 44 zugeführt. Die der Fahrgeschwindigkeit entsprechende Istwert-Spannung erhält der Servoregler 44 über die Leitung 45 von dem aus der Kapazität 46, dem Widerstand 47 und dem Operationsverstärker 48 bestehenden Differenzglied, das die zeitliche Änderung der an dem Linearpotentiometer 31 abgegriffenen Spannung wiedergibt. Auf diese Weise, das heißt mit Hilfe eines Linearpotentiometers, dessen Schleifer 49 mit dem Kreuzschlitten verbunden ist, und des nachgeschalteten Differenzgliedes läßt sich die für die Positionsregelung erforderliche Tachospannung erzeugen, ohne daß eine rotierende Tachomaschine erforderlich ist, wofür wiederum ein mechanischer Linear-Rotations-Umsetzer notwendig wäre. Der aus dem Linearpotentiometer 31 und dem Differenzglied 46, 47 bestehende Geschwindigkeits-Istwertgeber hat gegenüber anderen Gebern, beispielsweise gegenüber einem Linear-Digitalgeber mit nachgeschaltetem FU-Wandler, den Vorteil, daß die abgegebene Istwertspannung absolut frei von Oberwellen ist, was sich insbesondere bei niedriger Fahrgeschwindigkeit außerordentlich vorteilhaft auswirkt.

Von dem Servoregler 44, der den Sollwert-Istwert-Vergleich durchführt, wird über die Leitung 51 der Impulsbreitenmodulator 52 angesteuert. Der Impulsbreitenmodulator 52 teilt in bekannter Weise die kontinuierlichen Momentanwerte einer modulierten Spannung in diskrete Momentanwerte auf, beispielsweise im 1 kHz-Takt. Der Impulsbreitenmodulator 52 regelt entsprechend der von dem Servoregler 44 kommenden Sollwertspannung die Impulsbreite, d.h. die Impulsdauer der quantifizierten Drehstromspannung, und beeinflusst auf diese Weise das Strom-Pause-Verhältnis. Von dem Impulsbreitenmodulator 52 wird der Leistungsverstärker 55 über die Leitung 53 für die Vorwärtsbewegung des Kreuzschlittens, und über die Leitung 54 für die Rückwärtsbewegung des Kreuzschlittens angesteuert. Von dem Leistungsverstärker 55 erhält der Induktor 18 des Linearmotors eine Versorgungsspannung.

Der Leistungsverstärker 55 ist mit einer Transistor-Endstufe versehen, wenngleich grundsätzlich auch Thyristor-Endstufen hierfür verwendbar sind. Der Aufbau und die Wirkungsweise des Leistungsverstärkers 55 ergeben sich im einzelnen aus der Fig. 3. Die Motorwicklungen eines Induktors 18 sind hier in Dreieckschaltung dargestellt, wobei jeweils zwei parallel zueinander geschaltete Wicklungen die Wicklungen in den beiden einander gegenüberliegenden Kernen des Induktors darstellen.

Zur Regelung des 3-Phasen-Drehstroms für den Induktor 18 brauchen lediglich 2 Phasen geregelt zu werden; infolgedessen ist in der Schaltskizze die Regelung auf die S- und T-Phase beschränkt.

Die Regelung der Stromphasen erfolgt im Vierquadrantenbetrieb, das heißt für jede Stromphase enthält die Leitungsendstufe entsprechend dem Aufbau des vorangehenden Servoreglers vier Leistungstransistoren. Der Anschlußpunkt V des Induktors 18 wird dabei durch die vier Leistungstransistoren 56 bis 59 geregelt, von denen der Transistor 56 für die positive Sinushalbwellen in der Vorwärtsrichtung v der Transistor 57 für die negative Sinushalbwellen in der Vorwärtsrichtung v' der Transistor 58 für die positive Sinushalbwellen in der Rückwärtsrichtung r, und der Transistor 59 für die negative Sinushalbwellen in der Rückwärtsrichtung r' zuständig ist. Die Steuersignale für die Vorwärtsfahrt werden den Transistoren 56, 57 über die Leitung 53 und das galvanische Trennglied 60 zugeführt, während die Steuersignale für die Rückwärtsfahrt den Transistoren 58, 59 über die Leitung 54 und das galvanische Trennglied 61 zugeführt werden. Entsprechend dem von dem Impulsbreitenmodulator 52 vorgegebenen Strom-Pause-Verhältnis sperren bzw. öffnen die einzelnen Transistoren den Stromdurchgang in dem vorgegebenen 1 kHz-Takt und regeln so die Stromversorgung der zu dem Induktor 18 führenden T-Phase gewünschten Sinn.

Parallel zu den Transistorgruppen 56, 57 und 58, 59 ist als Schutzbeschaltung für die Transistoren jeweils ein Varistor 63, das heißt ein spannungsabhängiger Widerstand, und ein aus einem Widerstand 64 und einem Kondensator 65 bestehendes RC-Glied angeordnet. Durch diese doppelte Schutzbeschaltung werden Spannungsspitzen, die den Transistoren schaden könnten, unterdrückt.

Entsprechend wird der Stromfluß zu dem Anschlußpunkt W des Induktors 18 durch die Leistungstransistoren 66 bis 69 im Vierquadrantenbetrieb geregelt. Der Transistor 66 ist für die positive Sinushalbwellen in der Vorwärtsrichtung, der Transistor 67 für die negative Sinushalbwellen in der Vorwärtsrichtung, der Transistor 68 für die positive Sinushalbwellen in der Rückwärtsrichtung, und der Transistor 69 für die negative Sinushalbwellen in der Rückwärtsrichtung zuständig. Die Steuersignale für die Vorwärtsfahrt werden den Transistoren 66, 67 über die Leitungen 53, 53' und das galvanische Trennglied 70 zugeführt, während die Steuersignale für die Rückwärtsfahrt den Transistoren 68, 69 über die Leitungen 54, 54' und das galvanische Trennglied 71 zugeführt werden, wobei die einzelnen Transistoren wiederum in dem von dem Impulsbreitenmodulator 52 vorgegebenen Strom-Pause-Verhältnis öffnen bzw. sperren und so die Stromversorgung zu dem Anschlußpunkt W des Induktors 18 in dem gewünschten Sinn regeln. Der Anschlußpunkt U des Induktors 18 bleibt ungeregelt.

Parallel zu den Transistorgruppen 66, 67 und 68, 69 ist jeweils wieder eine doppelte Schutzbeschaltung aus einem Varistor 63 und einem RC-Glied mit einem Widerstand 64 und einem Kondensator 65 vorgesehen.

Um die durch das ständige Takten des Leistungsverstärkers hervorgerufenen und auf die Schalttransistoren 56 bis 69 einwirkenden Induktionsspannungsspitzen zu begrenzen, ist parallel zu den Motorwicklungen des Induktors 18 eine Induktionsspannungs-Begrenzungsschaltung vorgesehen. Durch diese Induktionsspannungs-Begrenzungsschaltung wird in den Strompausen zwischen den Stromimpulsen jeweils die Motorwick-

lung elektrisch geschlossen. Dadurch fließt in diesem geschlossenen Kreis in den Strompausen der durch die Selbstinduktion der Motorwicklung hervorgerufene Strom, und das Magnetfeld des Motors bleibt dadurch nahezu erhalten. Die Induktionsspannungsspitzen hingegen werden durch die Schaltung stark verringert. 5

Die Induktionsspannungs-Begrenzungsschaltung umfaßt einen Schalttransistor 74, ein aus dem Widerstand 75 und dem Kondensator 76 bestehendes  $RC$ -Glied und einen Lastwiderstand 77, sowie die zugeordneten 10 Gleichrichter 78. Der Eingang des Schalttransistors 74 ist mit dem Impulsbreitenmodulator 52 logisch verknüpft, und zwar über das ODER-Glied 80 und das NICHT-Glied 81. Zwischen dem NICHT-Glied 81 und dem Transistor 74 ist eine galvanische Trennstufe 82 15 zwischengeschaltet. Infolge dieser Schaltung wird der Transistor 74 leitend, wenn die Phasen-Schalttransistoren 56 bis 59 und 66 bis 69 sperren, das heißt in den sogenannten Strompausen zwischen den Stromimpulsen. Durch die Selbstinduktion der Motorwicklung des Induktors 18 bleibt in diesen Strompausen das Magnetfeld des Motors nahezu erhalten. Infolge dieses Zusammenspiels entsteht in seiner Wirkung ein Regelverhalten, das einer Amplitudenregelung in etwa gleichkommt. Hinsichtlich der Regelempfindlichkeit, Regelge- 25 schwindigkeit und Dynamik verhält sich dieser nach dem Impulsbreiten- oder Impulsdauerverfahren arbeitende Regler mit der beschriebenen Leistungsstufe wesentlich besser als ein nach dem Phasenanschnittsverfahren arbeitender Regler, so daß mit einem solchen 30 Regler arbeitendes Positionierungssystem nunmehr die Konstruktion einer Kreuzschlittenmaschine mit einem Linearmotorantrieb mit hoher Regelempfindlichkeit und hoher Regelgeschwindigkeit ermöglicht. 35

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

40

45

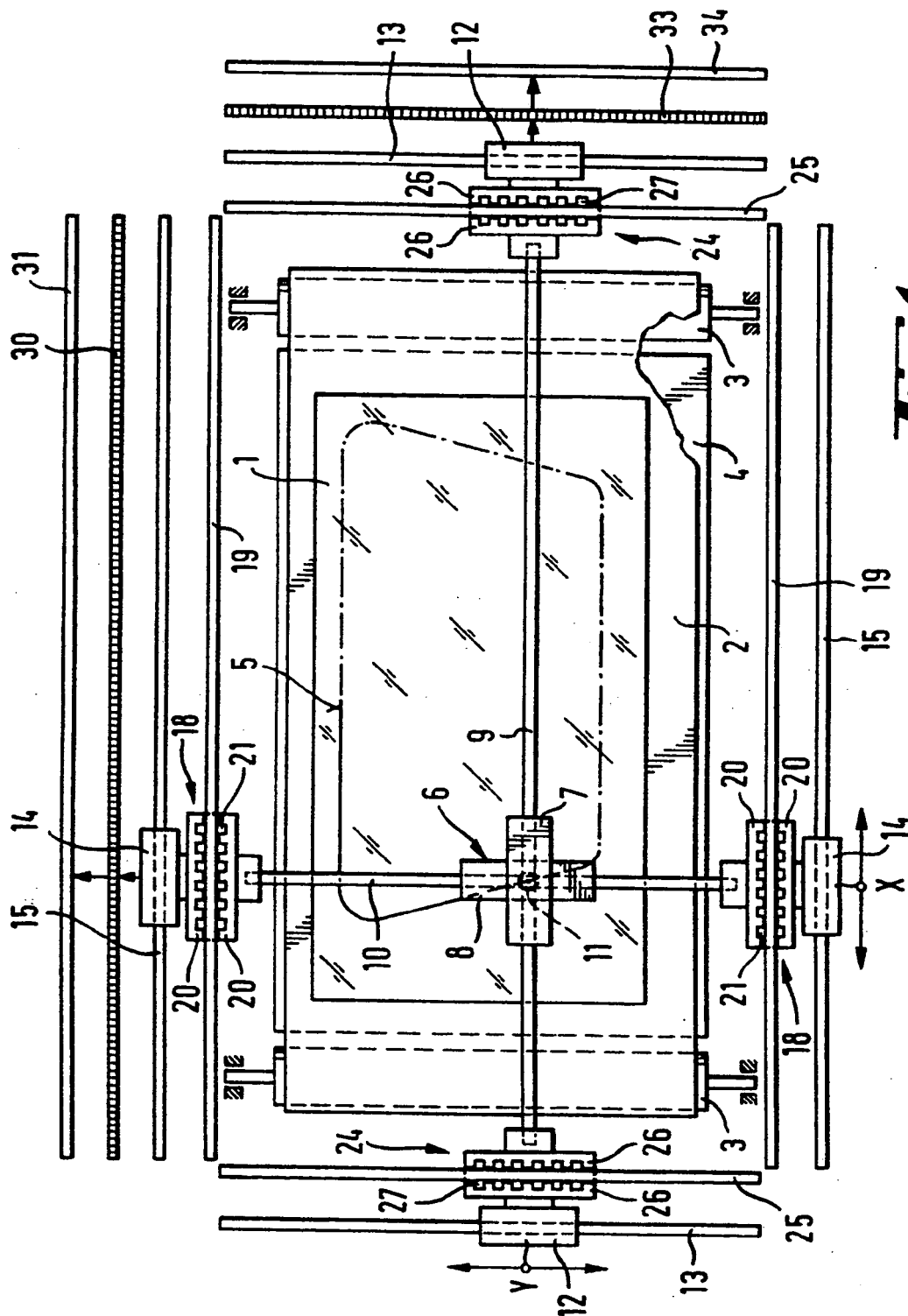
50

55

60

65

- Leerseite -



**Fig. 1**

